



Young Kim, Purdue University

Mit Smartphone-Bildern des Augenlids lässt sich der Hämoglobinwert des Blutes bestimmen.

Foto statt Nadel

Ein Smartphone ermittelt Hämoglobinwerte ähnlich zuverlässig wie ein invasiver Labortest.

Die Bestimmung des Hämoglobinwerts ist einer der häufigsten Labortests in der Medizin. Denn die gemessene Konzentration der roten Blutkörperchen deutet auf Krankheiten wie Blutarmut, Nierenprobleme oder chronische Entzündungen hin. Für den Test ist meist eine Blutprobe erforderlich. Der Hämoglobinwert lässt sich zwar spektroskopisch und damit nichtinvasiv bestimmen, allerdings sind die erforderlichen Geräte relativ sperrig und teuer. Nun hat ein amerikanisch-kenianisches Forschungsteam ein Verfahren entwickelt, das mittels eines konventionellen Smartphones ohne Zusatzhardware den Hämoglobinwert recht zuverlässig bestimmen kann.¹⁾ Beteiligt waren die Purdue University, die University of Indianapolis, die Vanderbilt University und die kenianische Moi University.

Das Team nutzt die Spectral Super-Resolution Spectroscopy – ein Verfahren, mit dem sich der RGB-Sensor des

Smartphones in eine Hyperspektralkamera verwandelt. Aus den Bildern der drei Farbkanäle rekonstruiert das Team mit statistischen Verfahren die Spektren im Bereich des sichtbaren Lichts. An der richtigen Körperpartie ist die spektrale Intensität ein Maß für den Hämoglobingehalt des Blutes: Im Inneren des unteren Augenlids sind die Blutgefäße leicht zugänglich, zudem spielt dort die Pigmentierung der Haut keine Rolle.

Die Projektbeteiligten haben eine App entwickelt, die Aufnahmen unter kontrollierten Bedingungen erlaubt. Die spektrale Verarbeitung der Daten erfolgt bislang auf einem separaten Computer, wäre allerdings in die App integrierbar. Anhand von Patientendaten wurde der Algorithmus mit statistischen Verfahren trainiert und mit weiteren Patientendaten validiert. Die Ergebnisse weichen von den Hämoglobinwerten, die mittels Standardlabormethode bestimmt wurden, im Mittel um maximal 10 % ab. Weitere klinische Tests sollen in den USA, Ruanda und Indien folgen.

Referenz für Labore

Mit der digitalen PCR ist der quantitative Nachweis von Viren und Bakterien möglich.

Die Bedeutung von medizinischen Labortests ist nicht zuletzt im Zuge der Corona-Pandemie verstärkt ins Bewusstsein der Gesellschaft gerückt. Zum Nachweis von Viren hat sich die Polymerasekettenreaktion (PCR) als extrem nützlich erwiesen, weil dank ihr bereits geringste Mengen eines Virus oder Bakteriums aussagekräftige Testergebnisse liefern. Die PCR läuft automatisiert ab; der Nachweis der Nukleinsäuren-Fragmente erfolgt letztlich über ein Fluoreszenzsignal. Dafür ist jedoch eine Vergleichslösung zur Kalibrierung erforderlich, weil das Fluoreszenzsignal stark geräte- und farbstoffspezifisch ist. Eine quantitative Bestimmung der Virusmenge ist mit dieser „Realtime-PCR“ schwierig. Ein Team der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Berlin arbeitet daher an einer Referenzmethode, mit der Labore die Er-

gebnisse ihrer Analysen verifizieren könnten.

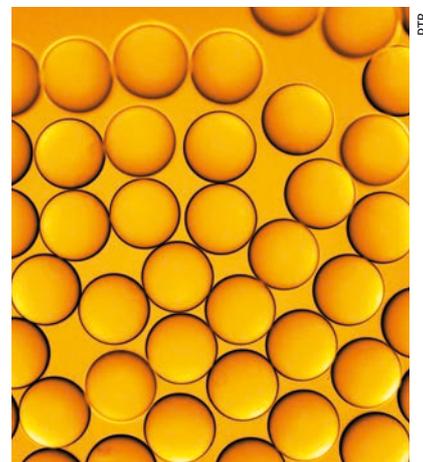
Bei der Referenzmethode handelt es sich um die – deutlich aufwändigere – digitale PCR. Die zu analysierende Probe wird so lange in einer Wasser-Öl-Emulsion verdünnt, bis in den meisten wässrigen Tropfen höchstens ein einzelnes DNA-Bruchstück verbleibt. Das ermöglicht ein quantitatives Ergebnis durch Zählen der etwa 120 µm kleinen fluoreszierenden Tropfen in einem Durchflusszytometer – ohne Kalibrationslösung. Im Rahmen einer Vergleichsmessung gelang es, die Genauigkeit der digitalen PCR an SARS-CoV-2-Viren zu belegen. An dem Vergleich nahmen 470 Labore aus 36 Ländern teil.

Nun will das PTB-Team die Akzeptanz der digitalen PCR als Referenzmethode zusammen mit den zuständigen Gremien weiter vorantreiben. Interessant wäre ihr Einsatz bei Krankheiten, wo quantitative Laborresultate die Behandlung beeinflussen – etwa bei HIV, Herpes, Tuberkulose oder manchen Krebsarten.

Nachbrenner für 3D-Drucke

Das Volumen stereolithografisch erzeugter Teile lässt sich nachträglich um das 40-Fache steigern.

3D-Drucker beziehungsweise additive Fertigungsverfahren haben ihren Weg in die industrielle und private Anwendung gefunden. Unabhängig von der verwendeten Methode ist für

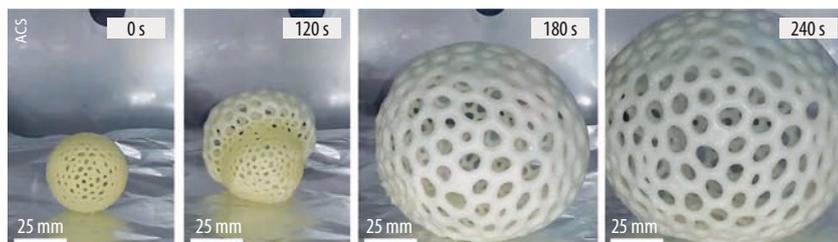


Mikroskopische Aufnahme einer Wasser-Öl-Emulsion für die digitale PCR.

1) S. M. Park et al., *Optica* **7**, 563 (2020)

2) D. M. Wirth et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **12**, 19033 (2020)

3) A. H. Jones et al., *Nat. Photonics* (2020), DOI:10.1038/s41566-020-0637-6



Zeitsequenz einer nachträglich durch Erwärmen expandierten Polymerstruktur, die im 3D-Druck entstanden ist.

alle Geräte die Zeit, um einen Gegenstand zu drucken, proportional zum Volumen. Deshalb lassen sich nur relativ kleine Bauteile additiv fertigen. Ein Forschungsteam der University of California in San Diego hat nun einen Weg gefunden, diese Beschränkungen bei der Stereolithografie von Polymerstrukturen zu umgehen.²⁾ Dabei werden lichtempfindliche Kunstharze im Material definierten Lichtmustern ausgesetzt, um das Polymer zu vernetzen.

Ein Polymer zu expandieren ist nicht neu. Das bekannteste Beispiel dürfte Polystyrol sein, also Styropor. Hier sorgt ein Treibmittel während der Herstellung für die Volumenergrößerung. Dieses Prinzip haben die kalifornischen Forscher auf die Stereolithografie übertragen. Hierzu identifizierten sie ein Vorpolymer, das in einem einfachen Drucker bei einer Lichtintensität von weniger als 1 mW/cm^2 rasch aushärtet. Dabei darf das Vorpolymer nicht zu viele Vernetzungsstellen bieten, um nicht die spätere Expansion zu unterbinden. Das Treibmittel soll während der Expansion das Verformen des Bauteils ermöglichen, ohne es zu schmelzen oder zu zersetzen. Zudem muss das Treibmittel im Monomer gut löslich sein, damit die spätere Expansion homogen erfolgt.

Das Team druckte damit ein knapp neun Zentimeter langes Boot. Beladen mit 12,7 g Masse sank es. Nachdem das Boot im Ofen bei $200 \text{ }^\circ\text{C}$ für zehn Minuten erwärmt wurde, hatte es sich auf eine Länge von knapp 29 cm ausgedehnt und sank selbst bei einer Beladung mit 250 g Masse nicht. Ähnlich ermutigende Ergebnisse zeigte ein gedrucktes Windrad: Nach der Expansion auf 11 cm Durchmesser ließen sich über einen Generator rund 100 mV Spannung abgreifen, vor

der Expansion hatte das Windrad den Generator nicht zum Laufen gebracht.

Rauscharme Sensoren

Lawinenfotodioden auf AllnAsSb-Basis benötigen weniger Kühlung als etablierte Materialsysteme.

Verschiedene optische Sensoren müssen so empfindlich sein, dass traditionelle PIN-Fotodioden nicht zum Einsatz kommen können. Alternativ bieten sich Lawinenfotodioden an. Eine typische Anwendung solcher Sensoren sind LIDAR-Systeme. Allerdings ist ihre Leistung bei Telekommunikationswellenlängen im nahen Infrarot nicht beliebig steigerbar, weil die beim LIDAR verwendeten Laser dann nicht mehr augensicher wären. Ein Ausweg bietet das mittlere Infrarot bei Wellenlängen von einigen Mikrometern, da diese Strahlung für das Auge ungefährlich ist. Lawinenfotodioden für eine Wellenlänge von $2 \mu\text{m}$ beruhen heute oft auf HgCdTe. Leider haben sie recht hohe Dunkelströme und müssen auf tiefe Temperaturen gekühlt werden. Wissenschaftler der University of Virginia in Charlottesville und der University of Texas in Austin haben ein besseres Materialsystem gefunden.³⁾

Mit AllnAsSb ist es gelungen, das unerwünschte Tunneln der erzeugten Ladungsträger zwischen den Bändern drastisch zu unterdrücken. Deshalb erreichten die Lawinenfotodioden bei 200 K Umgebungstemperatur denselben Dunkelstrom wie HgCdTe-Lawinenfotodioden bei rund 100 K . Gleichzeitig lag der Verstärkungsfaktor selbst bei Raumtemperatur um das Zehnfache höher.

Michael Vogel



PASSION. PRECISION. PURITY.



RELIABLE UNDER ALL CONDITIONS.

Heading into the unknown to open new horizons demands reliable tools. Help turn your research goals into reality. Vacuum valve solutions and bellows from VAT provide unfailing reliability and enhanced process safety – under all conditions.

